ERROU, E AGORA? ABORDANDO O ERRO NO ENSINO INVESTIGATIVO

Francarlos Martins de Carvalho

Midori Hijioka Camelo

CAPES

UFRN
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

PPGECNM

Apresentação

Caro leitor,

Geralmente, numa aula do curso básico em que apenas o professor fala não é das mais interessantes, nem para os estudantes nem para os próprios professores, já que este se cansa de falar, falar, sem que a turma participe. Dessa forma, os professores esperam que os seus alunos busquem se envolver ao longo das aulas, dando opiniões, perguntando, respondendo, entre outras formas. Porém, essa nem sempre é uma tarefa fácil. Às vezes, essa apatia dos estudantes com a aula se deve a forma como os próprios docentes consideram a participação.

O objetivo deste trabalho é possibilitar que o professor reflita sobre um aspecto importante nas aulas, mas que às vezes passa despercebido ao longo de sua condução: a forma como se trata os erros manifestados pelos estudantes. Muitos deles evitam participar das aulas, não porque esta não é atrativa, mas por causa do *medo* que eles têm de errar ou de falar alguma besteira, como eles mesmos relatam. Em alguns casos, a postura do professor em relação ao erro colabora para os estudantes se sentirem retraídos, mas não que isso seja culpa dos professores! Existe toda uma cultura de valorização do acerto em detrimento ao erro que permeia em nossa sociedade, que pode ser identificada na postura dos gestores da escola e dos pais. No entanto, acreditamos que esses erros carregam consigo potencialidades que, mediante a sua identificação e abordagem, poderá conduzir ao melhor aproveitamento desses erros no processo de ensino-aprendizagem.

Partindo dessa premissa, buscamos sintetizar nesta cartilha algumas das ideias que permitirão ao professor identificar a ocorrência desses erros, distingui-los quantos aos seus diferentes tipos e compreender as possíveis causas. Para tanto, julgamos pertinente utilizar a proposta metodológica do Ensino de Ciências Baseado na Investigação (ECBI) já que esta favorece a identificação destes elementos. Dessa forma, com a apropriação desses fatores, o professor poderá enxergar o erro de um modo diferente, extraindo dele ingredientes que poderão lhes ser úteis no processo de ensino-aprendizagem.

Sumário

O erro como aliado da aprendizagem 4

Introdução 5

Objetivos 5

Um panorama sobre o erro 6

O caráter excludente do erro e o medo de errar 7

Os tipos de erros e os obstáculos da aprendizagem 8

Identificando os erros em uma atividade investigativa 10

Caracterização de uma atividade investigativa 11

A identificação dos erros e dos obstáculos da aprendizagem 12

Considerações finais 21

Referências 22

O erro como aliado da aprendizagem

Introdução

Os erros manifestados pelos estudantes durante as aulas carregam consigo uma grande potencialidade no processo de ensino-aprendizagem. Tais erros podem sinalizar, inclusive, a existência de fragilidades no planejamento do professor, permitindo a este modificá-lo na medida em que for necessário, de modo a favorecer o processo de aprendizagem dos seus alunos. Ao ser encarado dessa forma, o erro deixa de ser um vilão a ser combatido e penalizado, para se tornar um aliado da aprendizagem, fazendo com que se perca o medo de errar.

No entanto, apenas identificar esses erros e considerá-los como possíveis aliados da aprendizagem, não garante que os estudantes venham a corrigi-los espontaneamente. Torna-se importante que o professor tenha clareza do tipo de erro que foi manifestado, assim como a causa que levou à sua manifestação. Diferentemente de uma aula convencional, consideramos que o Ensino de Ciências Baseado na Investigação (ECBI) seria a proposta metodológica que nos permite a identificação desses elementos. Ao confrontar o discente com situações que exijam dele capacidades e habilidades diversas, será possível identificar o erro nas suas diferentes formas.

O intuito deste trabalho é possibilitar a reflexão sobre os aspectos dos erros que se manifestam ao longo das aulas, principalmente no que diz respeito aos diferentes tipos de erros e as causas que levaram ao seu surgimento. Dessa forma, esperamos que os professores possam ter um olhar diferenciado em relação a esses erros, aproveitando ao máximo as suas potencialidades.

Objetivos

- ✓ Identificar os tipos de erros cometidos pelos estudantes
- ✓ Reconhecer os obstáculos da aprendizagem que levam ao erro
- ✓ Refletir sobre estes elementos em um exemplo de atividade didática

Um panorama sobre o erro

O caráter excludente do erro e o medo de errar

Fazendo uma rápida reflexão sobre a nossa realidade escolar, percebemos que é frequente ver um mau aproveitamento dos erros. Isso se deve ao fato do erro ser frequentemente encarado como algo negativo, o que leva os estudantes a tentar evitá-lo a todo custo. Quanto aos professores, estes tentam combatê-lo por meio de punições das mais diversas. Essa ideia de que o erro é um indicador de fracasso escolar é fruto da cultura de valorização do acerto, em detrimento ao erro, que permeia em nossa sociedade. Pode-se perceber essa ideia na busca desenfreada das escolas, pais e do próprio sistema de educação do nosso país, por números, estatísticas e aprovações em processos seletivos.

É claro que, seja enquanto pais de alunos ou gestores de escolas, eles almejam sempre que os estudantes obtenham êxito nos exames de seleção, até porque este é um mecanismo que faz parte do sistema de educação vigente em nosso país. Mas se olharmos atentamente, a busca por esses resultados gera uma pressão sobre os estudantes de modo a deixá-los tensos diante das possibilidades de errar. O medo da retenção, da reprovação e do fracasso, também faz com que eles tentem evitá-lo. Assim, o medo de errar parece tirar o prazer de estudar. O objetivo passa a ser o de apenas atingir a nota para *passar* de ano ou de acertar um número suficiente questões para passar em um processo seletivo. Além disso, a criatividade dos estudantes também pode ficar ameaçada pelo fantasma do erro. Alguns autores acreditam que a manifestação da criatividade poderá ser inibida dentro de um sistema de ensino no qual o erro é algo a ser combatido e evitado. Os estudantes se sentem intimidados a buscarem soluções inovadoras e ousadas para os problemas que lhes são apresentados. Parece não haver chances para o erro, já que este só traz consequências negativas.

Consideramos ser importante que o professor reflita sobre essa forma de ver o erro, buscando evitar o caráter eminentemente excludente que traz como resultado a classificação dos estudantes entre bons e ruins, aptos e insuficientes, aprovados e reprovados. Aceitar que o erro é algo natural e que faz parte do processo de ensino-aprendizagem, pode fazer com que este se torne um aliado tanto ao professor como ao estudante, já que, mediante a sua correção, o aluno poderá alcançar a compreensão daquilo que lhe foi apresentado. Mas para isso, é importante o professor ter em mente os diferentes tipos de erro que podem surgir, assim como os fatores que levam à sua manifestação, assunto discutido a seguir.

Os tipos de erros e os obstáculos da aprendizagem

Após essa discussão prévia, pode-se fazer os seguintes questionamentos: o que são esses erros, como surgiram e o que fazer diante deles? Para responder a estes questionamentos, é interessante, antes de qualquer coisa, que o professor tenha clareza da proposta metodológica que utilizará e, consequentemente, o erro possa vir a se manifestar. Alguns autores (DAVIS e ESPOSITO, 1991) defendem o uso de *situações problemas* como forma de estimular os estudantes ao longo das atividades, permitindo ao professor tanto identificar as ideias prévias dos estudantes como também saber até onde eles conseguem ir. É nos momentos de *conflitos cognitivos* que ocorre a ressignificação dos conceitos envolvidos e o erro surge como sendo a manifestação do conhecimento antigo em conflito com o conhecimento novo.

Nesta perspectiva, temos o cenário ideal para que, caso o erro surja, possa ser identificado e encaminhado para análise e reflexões. Diante de uma *situação problema* os estudantes deverão buscar soluções para sua resolução. O êxito nessa tarefa envolve basicamente duas coisas: a compreensão do que está sendo proposto e a escolha correta dos procedimentos para resolvê-lo. Se obtiverem êxito, é um indicador de que talvez eles possuam a estrutura cognitiva necessária, não devendo o professor se contentar e achar que eles já alcançaram os objetivos da atividade, já que este êxito pode advir da sorte, por exemplo. É interessante, então, que ele proponha algo mais complexo do que o que foi pedido em um primeiro momento, mas se eles errarem, o professor deverá estar atento para qual tipo de erro esteve presente na situação. Resumidamente, Davis e Esposito (1991) dividem esses erros em três tipos:

- ✓ O *erro sistemático* é aquele em que o estudante não possui a estrutura cognitiva necessária para compreender a situação, o que o leva a não conseguir resolver a *situação problema*;
- ✓ O *erro construtivo* é aquele no qual o estudante possui uma estrutura cognitiva mais ou menos coerente com a situação proposta, mas que ainda se revela insuficiente para conseguir solucionar a *situação problema*;
- ✓ O *erro procedimental* é o erro no qual o estudante possui a estrutura cognitiva que o permite compreender a situação proposta, mas escolhe procedimentos inadequados para a resolução da *situação problema*.

Cada um desses erros exige um olhar diferenciado do professor. Não existe uma solução genérica para todos eles. Cada qual, de acordo com a sua natureza, merece um tratamento específico por parte do docente para que seja superado, todavia, o que ele poderá fazer com o estudante após a manifestação do erro depende da compreensão de um outro fator importante: a causa desse erro. O entendimento de que o erro é algo natural e que pode ser considerado como um recurso auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, assim como a compreensão sobre os diferentes tipos de erros que podem surgir, são dois aspectos importantes para que o erro possa assumir o seu papel educativo, mas estes aspectos por si só não garantem que os encaminhamentos dados pelo professor sejam suficientes. É interessante que o professor

saiba o que levou os estudantes a manifestarem esses erros, ou seja, as suas causas. Dessa forma, terá melhores condições para conduzi-lo à correção do seu erro.

De acordo com Guy Brousseau (1998, *apud* MEIER, 2012), os responsáveis pelos erros manifestados pelos estudantes são os *obstáculos da aprendizagem*. Na visão dele, eles não devem ser encarados como barreiras, mas sim como um corpo de conhecimentos que os estudantes carregam. Ao serem postos à prova em situações específicas, esses corpos de conhecimento podem demonstrar suas limitações, levando o seu usuário a manifestar os erros. Esses obstáculos podem ser classificados também em três categorias, de acordo com sua origem:

- ✓ *Obstáculos de origem ontogênica*: são aqueles relacionados às limitações neurofisiológicas que alguns estudantes possuem, os impedindo de compreender determinados conceitos ou de executar determinadas tarefas;
- ✓ *Obstáculos de origem epistemológica*: são aqueles relacionados ao processo histórico de construção de um determinado conceito, evidenciando a sua complexidade e o seu nível de abstração;
- ✓ *Obstáculos de origem didática*: são aqueles relacionados aos métodos e estratégias de ensino utilizados pelos antigos professores dos estudantes e que dificultam a compreensão de determinadas situações ou conceitos.

Com isso, admitindo que os estudantes possam carregar consigo certos obstáculos da aprendizagem que se manifestam através dos erros, e que esses erros podem ser considerados pelo professor como sendo uma ferramenta auxiliar para a aprendizagem, cabe então responder a última pergunta: o que fazer diante deles? Na verdade, não há uma resposta específica para esta pergunta. Podemos perceber que cada situação, cada tipo de erro, cada obstáculo da aprendizagem envolvido, possui sua complexidade e sua particularidade. Algo que se pode dizer é que o professor evite, nesses momentos, falar que o estudante errou. Isso pode inibi-lo a continuar participando da aula. Ao invés disso, é mais conveniente que o docente lance novos questionamentos de acordo com o nível de compreensão do estudante. Essas perguntas podem fazer com que o estudante reflita sobre o seu próprio erro, de modo a estimulá-lo a tentar corrigi-los.

Identificando os erros em uma atividade investigativa

Caracterização de uma atividade investigativa

Como exposto até o momento, o erro manifestado pelos estudantes possui diversos tipos e também diversas causas, cabendo ao professor identificá-lo e classificá-lo para poder ter mais clareza dos encaminhamentos que deverão ser tomados para que este erro possa se tornar um aliado tanto ao professor como, principalmente, ao estudante ao longo do processo de ensino-aprendizagem. Para favorecer esse entendimento, nesta seção será descrita uma aula específica que foi ministrada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, *campus* Parnamirim, com uma turma do primeiro ano do ensino básico, técnico e tecnológico. Ela fez parte de uma sequência de atividades que compuseram a *unidade didática* sobre flutuação dos corpos.

No entanto, antes da descrição dessa atividade, cabe aqui destacar a estratégia didática que foi utilizada para isso: o *ensino por investigação*. Não serão detalhadas aqui todas as características desta estratégia de ensino ou o processo de elaboração de uma atividade nesta perspectiva. Existe uma cartilha (OLIVEIROS, 2013) produzida pelo programa que discute esses aspectos. A intenção é de apenas situar o leitor de uma forma geral quanto à organização de uma atividade considerada investigativa.

Uma das características de uma atividade investigativa é o seu caráter problematizador, ou seja, a busca por uma solução a uma situação intrigante. Aliada a essa característica, temos o fato de que os estudantes assumem um papel mais ativo ao longo das atividades, diferentemente de quando são submetidos a aulas em uma perspectiva convencional, ou seja, aulas de cunho mais expositivo. Temos também que, ao dividi-los em pequenos grupos, o trabalho coletivo e o poder de argumentação tornam-se capacidades e habilidades constantemente exercitadas, tornando-se características importantes. A reflexão, autonomia, ousadia, são alguns dos elementos valorizados em uma atividade investigativa, o que contribuem para a formação do estudante.

A estruturação de uma atividade investigativa pode ser diversificada dependendo dos objetivos da atividade, da sua natureza, entre outros fatores. A partir do trabalho de Azevedo (2004), reconhecemos que as atividades que se enquadram como *laboratórios abertos* são mais viáveis para a proposta da *unidade didática* por nós aplicada. Neste tipo de atividade investigativa, a aula começa com um momento de *sensibilização*, no qual os estudantes são instigados por meio de perguntas intrigantes. Em seguida, vem a apresentação do *problema*, que é o objeto da investigação deles. Depois, segue-se com a *elaboração das hipóteses*, que nada mais são do que tentativas de respostas ao problema lançado, e a construção do *plano de trabalho*, que é uma espécie de planejamento da investigação. Logo após, temos a *aplicação do plano de trabalho*, em que os estudantes colocarão em prática o seu planejamento e coletarão os dados que julgarem ser necessários. Por fim, temos o momento de *síntese coletiva* que, juntos, professor e estudantes, elaborarão a conclusão da atividade.

A opção por conduzir as atividades com base nesta perspectiva dos *laboratórios abertos* se deu a partir do entendimento de que o erro, enquanto elemento importante no processo de ensino-aprendizagem, deve ser analisado em todos os contextos possíveis e não apenas, por exemplo, em um momento de avaliação escrita, na qual poucas habilidades e competências dos estudantes são postas à prova. Acreditamos que o ensino por investigação permite ao professor explorar as diferentes capacidades desses estudantes, tanto as de ordem conceitual, como também as de ordens procedimental e atitudinal, capacidades essas, chamadas por Zabala (1998) de *tipos de conteúdo*, considerados fundamentais para a formação do estudante. No entanto, não queremos desmerecer nenhum outro tipo de atividade ou estratégia de ensino, até porque, alguns autores (LIMA e MUNFORD, 2007, *apud* de SÁ *et alli*, 2007) consideram que o ensino por investigação não deve e nem precisa ser a única estratégia de ensino adotada pelo professor, já que, determinados temas, podem ser trabalhados com sucesso por meio de outras abordagens de ensino.

A identificação dos erros e dos obstáculos da aprendizagem

A atividade em questão tinha como objetivo geral perceber as variáveis que influenciam na flutuação dos corpos. Seguindo a estruturação dos *laboratórios abertos*, a aula teve início com o momento de sensibilização, no qual os estudantes foram questionados a respeito do que iria acontecer com determinados objetos quando estes fossem colocados dentro de um recipiente contendo água. Os objetos utilizados foram: uma moeda de cinquenta centavos, uma bola de borracha e um pedaço de massa de modelar (em formato de esfera). Após uma discussão prévia, os objetos foram colocados dentro do recipiente contendo água e coube aos estudantes explicar o porquê que uns afundaram (a moeda e a massa de modelas) e outros não (a bola de borracha).

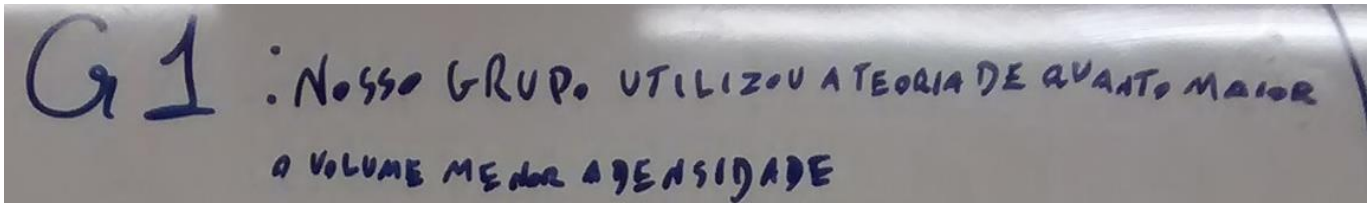
Neste momento, já se pôde perceber a manifestação de alguns *erros construtivos*. Na fala de um dos estudantes da turma, quando foi perguntado de que maneira poderia se fazer a bola de borracha afundar, ele respondeu: “tem que concentrar a massa dela (...) porque o peso fica maior”. Nesta fala, o estudante parece perceber a relação entre a distribuição de massa de um corpo e sua densidade, mas se confunde ao achar que ao concentrar (ou espalhar) a massa de um objeto provoca uma alteração em seu peso. Além do mais, ele acredita que a flutuação dos corpos se deve ao baixo peso dos mesmos. Em relação a esta mesma pergunta, outro estudante concordou com o colega quanto ao fato de concentrar a massa da bola de borracha, mas deu uma justificativa diferente para tal procedimento: “não fica com ar dentro da bola”. Esta resposta nos indica que ele associa a flutuação dos corpos à existência de ar no interior dos objetos, como sendo uma obrigatoriedade para que ocorra a flutuação.

Com isso, percebemos que eles possuíam alguma compreensão sobre a flutuação dos corpos e sobre alguns conceitos científicos, no entanto, careciam de ajustes que podiam ser feitos por meio da vivência de

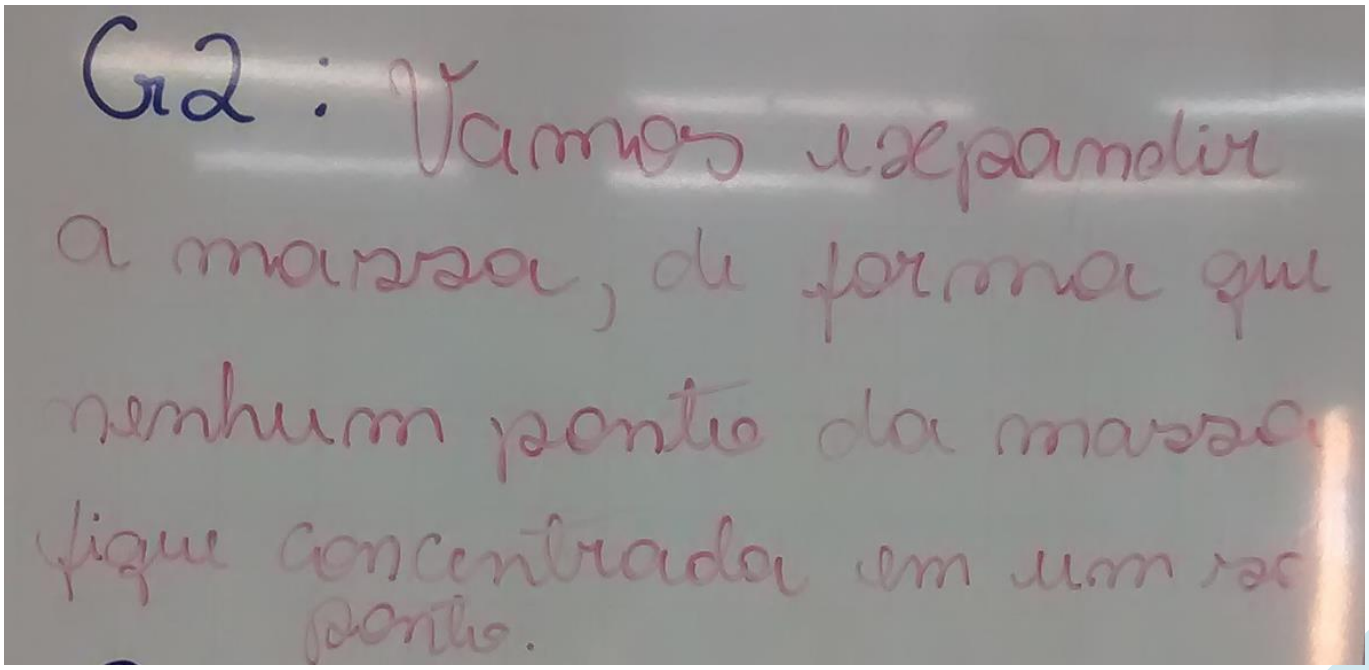
situações que permitissem a eles verificarem a inconsistência dessas explicações. A causa desses erros podia estar relacionada à existência de dois obstáculos da aprendizagem: o epistemológico, já que a compreensão da flutuação dos corpos não é algo trivial e requer o entendimento de vários fatores; ou o didático, já que, por se tratar de uma turma que já faziam a disciplina pela segunda vez, os métodos e técnicas utilizados pelo professor no ano anterior podem ter dificultado a compreensão deste conceito.

Em seguida, foi apresentado o *problema* que iria desencadear a investigação por parte dos estudantes. Com o pedaço da massa de modelar que foi utilizado no momento da sensibilização, e que afundou ao ser colocado no recipiente com água, o professor os questionou se seria possível fazer com que esse mesmo pedaço passasse a flutuar quando colocado no mesmo recipiente contendo água. Com isso, os estudantes, divididos em pequenos grupos (nove, ao todo) de até quatro estudantes, deram início à investigação, elencando as hipóteses e construindo o respectivo plano de trabalho do grupo. Após a construção do plano de trabalho, os grupos eram convidados a apresentar os seus planos aos demais, como uma forma de compartilhamento de informação, característico desta proposta de ensino.

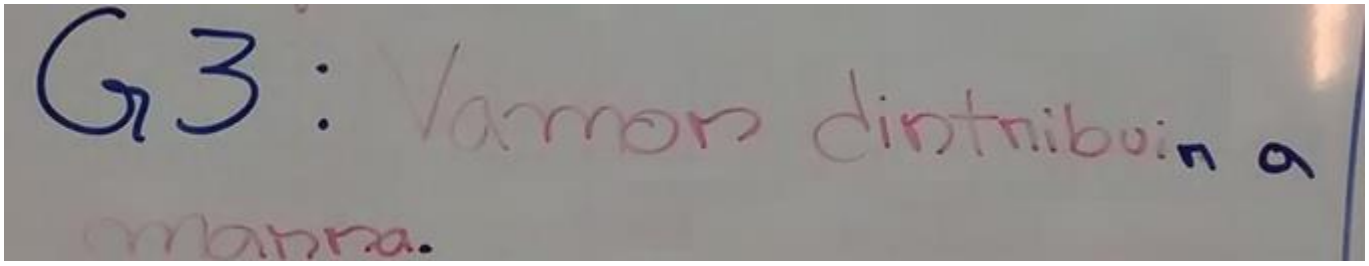
As imagens abaixo foram captadas do quadro branco no momento em que os grupos foram expor suas hipóteses antes do desenvolvimento da prática. Tais imagens mostram, na íntegra, as hipóteses elencadas por cada grupo e registradas no quadro neste momento de compartilhamento de informações.



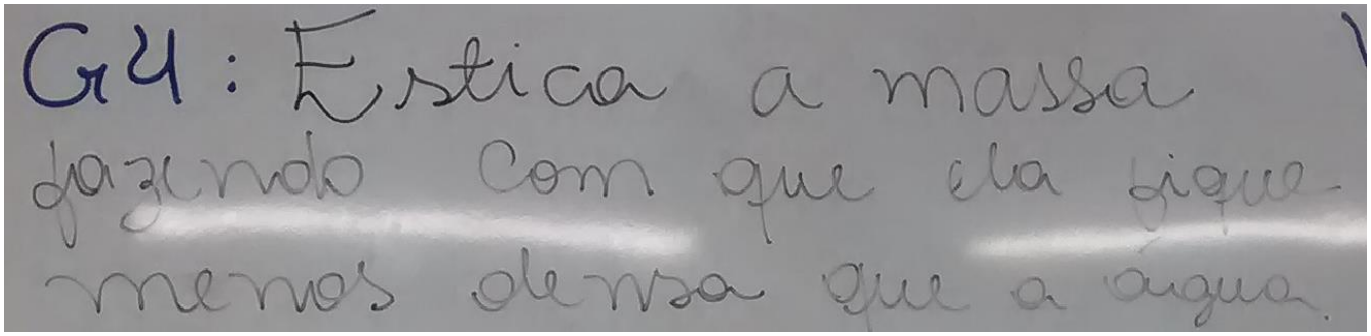
(Figura 1 – G1: Nosso grupo utilizou a teoria de quanto maior o volume menor a densidade)



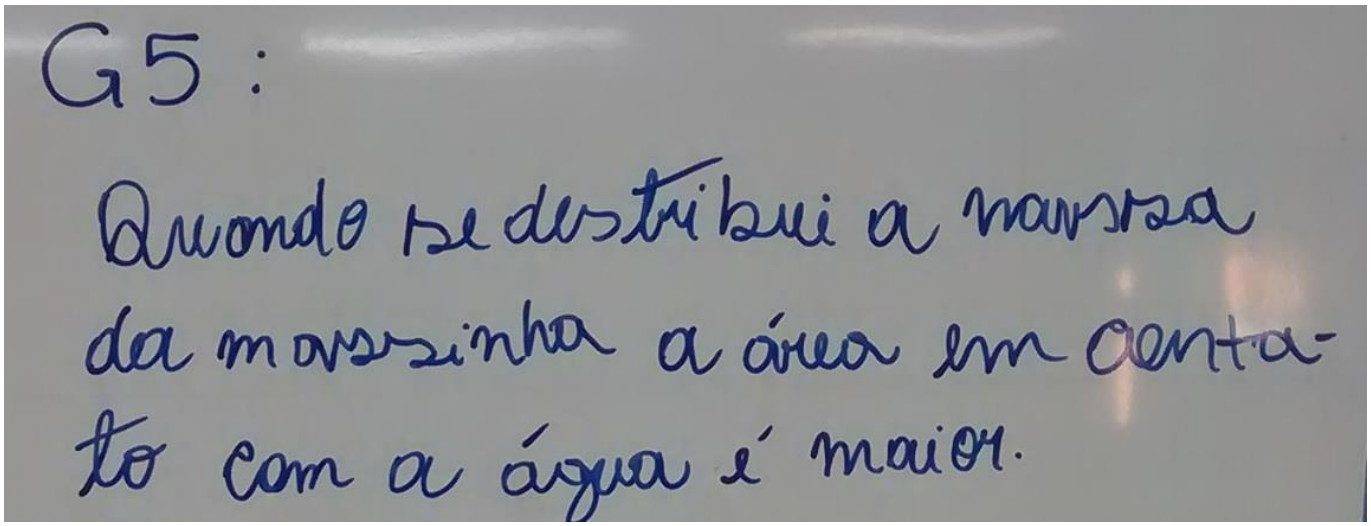
(Figura 2 – G2: Vamos expandir a massa, de forma que nenhum ponto da massa fique concentrada em um só ponto)



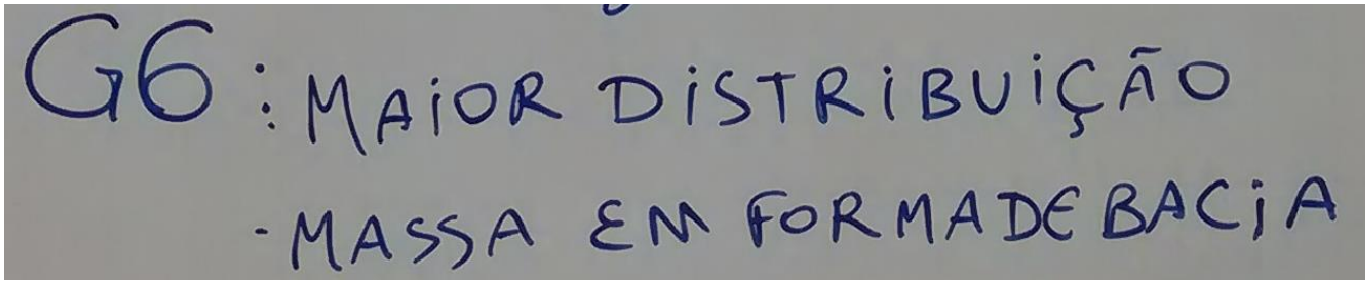
(Figura 3 – G3: Vamos distribuir a massa)



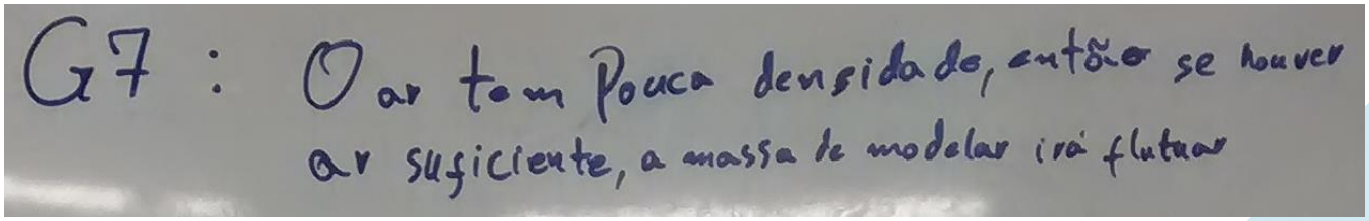
(Figura 4 – G4: Estica a massa fazendo com que ela fique menos densa que a água)



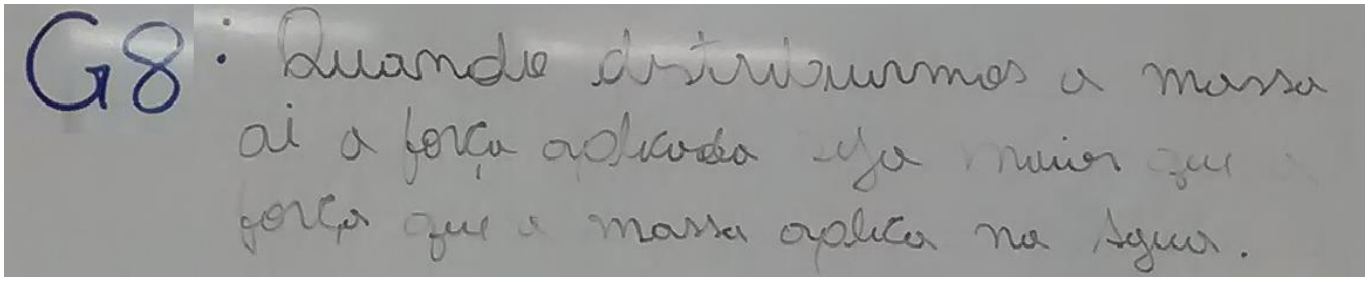
(Figura 5 – G5: Quando se distribui a massa da massinha a área em contato com a água é maior)



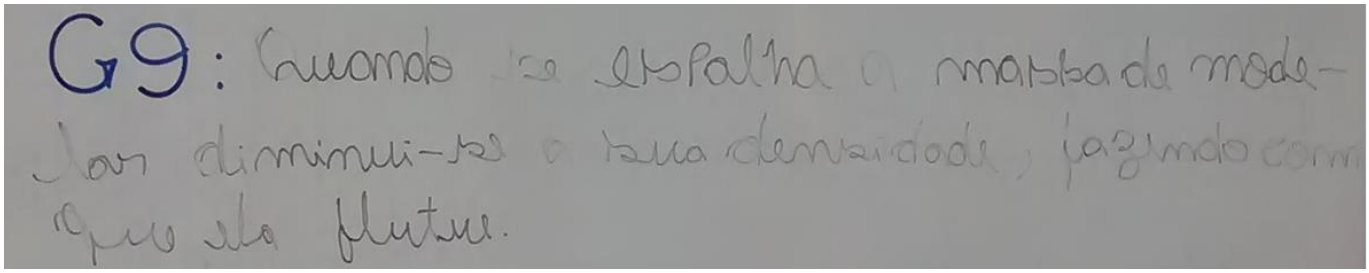
(Figura 6 – G6: Maior distribuição. Massa em forma de bacia)



(Figura 7 – G7: O ar tem pouca densidade, então se houver ar suficiente, a massa de modelar irá flutuar)



(Figura 8 – G8: Quando distribuirmos a massa aí a força aplicada seja maior que a força que a massa aplica na água)



(Figura 9 – G9: Quando se espalha a massa de modelar diminui-se a sua densidade fazendo com que ela flutue)

Conforme a tabela abaixo, podemos verificar a distribuição de hipóteses referentes à atividade investigativa que foi proposta.

Hipóteses	Registros dos pequenos grupos	Síntese das ideias	Ocorrência
1	G4: Estica a massa fazendo com que ela fique menos densa que a água	Transformar a massa de modelar em uma chapa plana para diminuir sua densidade	2
	G9: Quando se espalha a massa de modelar diminui-se a sua densidade fazendo com que ela flutue		
2	G2: Vamos expandir a massa, de forma que nenhum ponto da massa fique concentrada em um só ponto	Não conseguiram expressar uma justificativa plausível para suas hipóteses	2
	G3: Vamos distribuir a massa		
3	G5: Quando se distribui a massa da massinha a área em contato com a água é maior	Transformar a massa de modelar em uma chapa plana para aumentar a área em contato com a água	2
	G8: Quando distribuirmos a massa aí a força aplicada seja maior que força que a massa aplica na água		
4	G7: O ar tem pouca densidade, então se houver ar suficiente, a massa de modelar irá flutuar	Transformar a massa de modelar em um *balão* para que possa aprisionar ar em seu interior	1
5	G1: Nosso grupo utilizou a teoria de quanto maior o volume menor a densidade	Transformar a massa de modelar em um *barquinho* para que o volume ocupado seja maior	2
	G6: Maior distribuição. Massa em forma de bacia		

(Tabela 1: distribuição das hipóteses por grupo)

Após essa rodada de apresentações, os grupos deram início à parte prática da atividade, testando as suas hipóteses. Este foi outro momento oportuno para identificar os erros manifestados por eles, assim como as possíveis causas para o seu surgimento. Oito grupos acreditavam que quanto mais distribuída estivesse a massa do objeto, mais provável seria sua flutuação. A princípio, parecia que esses grupos detinham um nível de compreensão aceitável sobre os fenômenos da flutuação dos corpos, dando a impressão de que percebiam o volume ocupado por um objeto como sendo um fator decisivo. No entanto, a maioria deles (seis), ao colocarem em prática os seus planejamentos, simplesmente amassaram o pedaço de massa de modelar, transformando-o em uma chapa plana.

Dois deles (grupos 4 e 9) acreditavam que dessa forma reduziriam a densidade da massa de modelar, fazendo-a flutuar (Hipótese 1). Os outros dois (grupos 2 e 3) nem ao menos conseguiram expressar uma justificativa consistente para suas hipóteses. Percebe-se em seus registros que eles remetem apenas a necessidade de distribuir a massa, mas sem dizer o porquê (Hipótese 2). Os outros dois (grupos 5 e 8) amassaram as suas massas de modelar afirmando que quanto maior a área em contato entre o objeto e a água, mais fácil seria atingir a flutuação, já que a força exercida pela água seria maior (Hipótese 3). Esses procedimentos não tiveram êxito na tentativa de fazer flutuar a massa de modelar, caracterizando um *erro procedimental*, já que assim, a massa de modelar continuou a afundar.

Além do mais, pode-se considerar que os quatro últimos grupos também manifestaram um *erro sistemático*, uma vez que, ou não possuíam qualquer compreensão sobre o que estava sendo pedido ou, apesar de parecer terem uma noção intuitiva sobre forças exercidas pela água (algo que poderia conduzir ao conceito de *empuxo*), não possuíam um nível de compreensão mínimo a respeito da flutuação dos corpos. Em relação aos dois primeiros, percebe-se que eles detinham uma compreensão razoável em relação ao fenômeno de flutuação dos corpos, relacionando à distribuição de massa. Com isso, podemos afirmar que não manifestaram um erro de natureza *sistemático* ou *construtivo*.

Apenas um grupo (grupo 7) transformou a massa de modelar em uma espécie de balão, alegando que quanto mais ar estivesse aprisionado no interior do objeto, mais provável seria sua flutuação (Hipótese 4). De fato, este grupo obteve sucesso na prática, não manifestando assim, um *erro procedimental*. No entanto, não se pode dizer que estes estudantes alcançaram o objetivo da atividade. Eles manifestaram um *erro construtivo*, já que recaíram em uma concepção errônea bastante comum entre os estudantes que é a de associar a existência de ar no interior dos objetos como sendo uma condição necessária para a flutuação.

Por fim, apenas dois grupos (grupos 1 e 6), que também defendiam a ideia da distribuição de massa do objeto como sendo um fator decisivo, transformaram os seus pedaços de massa de modelar em pequenos *barcos* (Hipótese 5). Dessa forma, pode-se aceitar que eles também detinham uma noção intuitiva sobre a influência do volume ocupado pelo objeto na flutuação dos corpos. Mas, diferentemente dos grupos que resolveram simplesmente amassar, esses dois últimos obtiveram êxito na prática, não cometendo um *erro procedimental*.

A tabela abaixo sintetiza a manifestação dos erros identificados por cada grupo, assim como a justificativa para ter os enquadrados em suas respectivas classificações.

Tipos de erros	Grupos	Justificativa
Sistemático	G2, G3, G5 e G8	Estes grupos, ao associarem a flutuação dos corpos à área de contato com o meio no qual ele está sendo inserido, não detinham uma compreensão mínima em relação ao que estava sendo pedido. Além do mais, alguns não conseguiram nem ao menos esboçarem uma hipótese coerente.
Construtivo	G7	Este grupo demonstrou possuir uma compreensão razoável em relação ao que estava sendo pedido, já que relacionou a flutuação dos corpos com a distribuição de massa. No entanto, justificou de forma equivocada tal procedimento, remetendo ao acúmulo e aprisionamento de ar no interior do objeto.
Procedimental	G2, G3, G4, G5, G8 e G9	Estes grupos não obtiveram êxito no momento do teste das hipóteses, uma vez que, não conseguiram fazer com que suas massinhas de modelar flutuassem. Isso se deve ao fato de terem simplesmente amassado suas massinhas, transformando-as em chapas planas.

(Tabela 2: classificação dos erros)

Conforme o entendimento que temos sobre os tipos de erros, consideramos que quatro grupos manifestaram um erro de natureza *sistemático*, pois ou não possuíam uma estrutura cognitiva suficiente que lhe permitissem esboçar hipóteses coerentes (caso dos grupos 5 e 8) ou até mesmo não conseguiram esboçar nenhuma hipótese (caso dos grupos 2 e 3). Consequentemente, esses grupos também não conseguiram elencar estratégias e procedimentos que lhe permitissem solucionar o *problema* que foi proposto, levando à manifestação de um erro *procedimental*.

Quanto ao erro *construtivo*, percebemos que apenas um grupo o manifestou. Tal grupo demonstrou entender, até certo ponto, o fenômeno de flutuação dos corpos, mas o justificaram de uma forma equivoca ao associá-lo ao acúmulo e aprisionamento de ar no interior do objeto. No entanto, percebemos que este grupo não cometeu um erro *procedimental*, uma vez que sua estratégia demonstrou ser suficiente. Coube ao professor, no momento da *síntese coletiva*, destacar para a não necessidade da existência de ar no interior

dos objetos, o que caracteriza um momento de aprendizagem no qual os estudantes desse grupo aperfeiçoaram suas ideias sobre o fenômeno que estava sendo estudado.

Por fim, quanto aos erros *procedimentais*, tivemos dois grupos (G4 e G9) que manifestaram este tipo de erro, mesmo sem ter apresentado erros do tipo *sistemático* ou *construtivo*. Isso evidencia que o fato de os estudantes demonstrarem possuir um nível de compreensão aceitável sobre determinado fenômeno não implica que eles saberão proceder diante de situações práticas que envolva a solução de *problemas* relacionados ao mesmo fenômeno.

Estes casos específicos também mostram os benefícios que uma estratégia didática como o *Ensino por Investigação* pode proporcionar ao professor e ao estudante, já que, em uma aula conduzida de forma *convencional*[1], estas habilidades e capacidades de ordem procedimental provavelmente não seriam exigidas dos estudantes, levando o professor a crer que estes dois grupos teriam alcançado os objetivos da aula, já que detinham uma compreensão satisfatória sobre o fenômeno. No entanto, ao colocá-los diante de uma situação prática, percebemos que eles não conseguiram associar a compreensão do fenômeno com os procedimentos que seriam necessários para solucioná-lo.

Em relação aos obstáculos da aprendizagem, a tabela abaixo categorizou os grupos de acordo com as causas que podem estar relacionadas à manifestação dos erros citados há pouco. Da mesma forma que na tabela de identificação dos erros, também expomos uma justificativa para a categorização.

Obstáculos	Grupos	Justificativa
Ontogênico	Nenhum	Por não haver diagnóstico neurofisiológico de nenhum estudante por parte da Equipe Técnico-Pedagógico da escola, descartamos a possibilidade de algum dos erros manifestados estarem relacionados a essa causa.
Epistemológico	G2, G3, G5 e G8	A complexidade dos termos *volume*, *massa*, *peso* e *densidade* (que surgiram nos registros de alguns desses grupos) levaram ao surgimento dos erros já assinalados, não possibilitando uma compreensão satisfatória do que estava sendo pedido.
Didático	G4, G7 e G9	A falta de vivência com atividades nessa perspectiva em outros momentos da vida escolar dos estudantes desses grupos os levou a cometerem os erros já identificados, seja na escolha inadequada dos procedimentos ou na justificativa para eles.

(Tabela 3: identificação dos obstáculos da aprendizagem)

De acordo com o exposto sobre os diferentes obstáculos da aprendizagem, consideramos que nenhum dos erros manifestados estava relacionado ao obstáculo *ontogênico*, uma vez que não havia

[1] Entendemos que aulas na perspectiva convencional são aquelas ministradas de forma frontal, primordialmente expositivas e sem muitos espaços para questionamentos. Nesta, o professor é encarado como sendo o detentor do conhecimento, tendo como função a transmissão deste para os seus alunos.

nenhum diagnóstico ou indício de que os estudantes ali presentes possuíam qualquer distúrbio neurofisiológico ou transtornos mentais que os impedissem de compreender a situação proposta.

Em relação ao obstáculo *epistemológico*, consideramos que este foi o responsável pelos erros manifestados pelos grupos elencados. Como foi possível perceber que estes grupos tiveram muita dificuldade em entender o *problema* proposto, acreditamos ter sido a principal causa disso a complexidade dos termos envolvidos para sua compreensão. Confusões entre os conceitos de peso e massa e a falta de clareza em relação ao conceito de volume ocupado por corpo, foram as principais dificuldades enfrentadas por esses grupos, os conduzindo à manifestação dos erros.

Quanto ao obstáculo *didático*, acreditamos que este foi a causa para a manifestação dos erros por parte dos grupos indicados. Tais erros manifestados indicam pequenas falhas na compreensão dos estudantes sobre o fenômeno apresentado, seja de ordem procedimental (grupos 4 e 9) ou de ordem conceitual (grupo 7). Ainda em relação aos obstáculos da aprendizagem, cabe ressaltar que elencamos apenas aqueles que provavelmente mais contribuíram para a manifestação dos erros identificados. Com isso, não queremos afirmar que apenas um ou outro obstáculo foi responsável pela manifestação desses erros por parte dos grupos. É sempre possível que mais de um obstáculo tenha sido responsável pela manifestação desses erros. No entanto, preferimos elencar, para cada situação, apenas aquele que julgamos ter tido uma responsabilidade maior na manifestação dos erros.

Outro ponto importante a ser destacado diz respeito à individualidade dos estudantes. Nesta atividade, já foi possível perceber que alguns deles tinham uma necessidade maior para compreender a situação que foi proposta, sinalizando para uma estrutura cognitiva pouco desenvolvida. Outros já demonstravam compreender razoavelmente o *problema* apresentado e até procederam de forma satisfatória na busca pela sua solução, mas não conseguiam transmitir este entendimento para o papel, de forma a elencar hipóteses incoerentes e não justificar as estratégias que seriam utilizadas. E ainda foi possível identificar aqueles que tanto compreendiam bem a situação como também conseguiram sintetizar de forma satisfatória suas ideias, porém, no momento da prática experimental, não obtiveram êxito.

Estas dificuldades encontradas em determinados grupos sinalizam o que Zabala (1998) considera ser de grande importância no processo de ensino-aprendizagem e que necessita um cuidado especial por parte do professor, que é a individualidade dos estudantes. No entanto, reconhecemos as dificuldades encontradas pelos professores em atentar para essas necessidades particulares de cada um deles, já que, frequentemente, ele se depara com uma sala de aula com 30 a 40 alunos. Com isso, um encaminhamento interessante que pode vir a contribuir neste sentido, é o rodízio de estudantes pelos pequenos grupos. Dessa forma, é possível agregar estudantes com diferentes necessidades, mas com diferentes capacidade e habilidades, de modo que os próprios integrantes do novo grupo possam se ajudar mutuamente. Tal procedimento de organização da sala de aula é chamado por Zabala (1998) de *equipes móveis* e pode contribuir para minimizar as dificuldades de cada estudante através da compensação mútua, favorecendo o processo de ensino-aprendizagem.

Por fim, é importante destacar que uma atividade isolada, independente da estratégia didática utilizada, dificilmente será suficiente para que o professor tenha clareza dos obstáculos da aprendizagem que levam à manifestação dos erros por parte dos estudantes. É importante que o docente planeje atividades sistemáticas a médio e longo prazo para que tenha condições de identificar as possíveis causas da manifestação dos erros. Aliado a isso, seria interessante que propostas de ensino diversificadas, como o *Ensino por Investigação*, fossem mais recorrentes entre os demais professores dos estudantes e não apenas algo exclusivo de apenas um professor de uma disciplina específica. Dessa forma, sabendo-se que os estudantes já teriam tido contato com esta estratégia de ensino, ficaria mais fácil identificar principalmente os *obstáculos didáticos*.

Quanto aos encaminhamentos, o momento seguinte das atividades é a construção da síntese coletiva. Este momento pode-se configurar como sendo oportuno para estar possibilitando a reflexão por parte dos grupos que manifestaram determinados erros. Discutir sobre as fragilidades de cada uma das estratégias utilizadas e também sobre outras possibilidades que não foram utilizadas pelos grupos, possibilitou que os estudantes percebessem as limitações em suas concepções a respeito da flutuação dos corpos e adquirisse um grau de compreensão mais consistente, algo que foi reforçado ao longo das demais atividades da sequência didática.

Considerações finais

Com tudo o que foi exposto neste trabalho, pudemos perceber que o erro, quando identificado e tratado adequadamente pelo professor, pode se tornar um aliado no processo de ensino-aprendizagem, principalmente ao estudante. Para tanto, é importante que o docente tenha em mente, antes de qualquer coisa, que o erro manifestado não é apenas um indicador de fracasso. Ele evidencia a existência de um conhecimento que até certo ponto se mostra válido e coerente, mas que, em determinados contextos, torna-se inapropriado e limitado. Cabe ao professor identificar o tipo de erro manifestado, conforme sua natureza, e investigar as causas que levaram ao seu surgimento. É com base na compreensão desses fatores que o ele dará os devidos encaminhamentos que levarão o estudante a correção desse erro, no sentido de estabelecer novos percursos cognitivos, o que caracterizará o processo de aprendizagem.

Além do mais, percebe-se também que, tão importantes quanto ter essa compreensão a respeito do erro, são os procedimentos didáticos que o professor fará uso para possibilitar a manifestação do erro como aspecto positivo e produtivo. Neste sentido, recorremos à proposta do *Ensino por Investigação* por possibilitar uma prática de ensino válida para atingir os nossos objetivos. Por ter como características uma maior participação e autonomia do estudante, sendo o professor o mediador do conhecimento, e o seu caráter problematizador, esta estratégia de ensino permite ao professor identificar as fragilidades nas diferentes capacidades e competências que se esperam ser desenvolvidas ao longo da vida acadêmica dos estudantes, possibilitando-o encaminhar ações que visem à superação dessas fragilidades.

Referências

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. (Org.) **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004, pp. 19-33.

DAVIS, Cláudia. ESPOSITO, Yara. O papel e a função do erro na avaliação escolar. *Revista Brasileira de Estratégias Pedagógicas*, v. 72, n. 171, p. 196-206, 1991.

DE SÁ, Eliane F. PAULA, Helder F. LIMA, Maria Emília C. C. AGUIAR, Orlando G. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2007.

KRUL, Luciane. A potencialidade dos erros no processo de ensino e aprendizagem da matemática. In: V EDUCERE e III CONGRESSO NACIONAL DA ÁREA DE EDUCAÇÃO, Curitiba, Paraná, Brasil, 2005.

LIMA, Maria Emília C. Castro. MUNFORD, Danusa. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, 72-89, 2007.

MEIER, Wander. *Obstáculos didáticos na educação matemática: o conceito de Números racionais no 6º ano do ensino fundamental*. 2012. 144 p. Dissertação – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, 2012.

NOGARO, Arnaldo. GRANELLA, Eliane. O erro no processo de ensino aprendizagem. *Revista de Ciências Humanas.* Frederico Westphalen, v. 5, n. 5, p. 31-56, 2004.

OLIVEROS, Paula. SOUZA, Ivanise. ARAÚJO, Magnólia. *Ensino por Investigação*. Natal, 2013 (cartilha).

ZABALA, Antoni. A Prática Educativa: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.